

## REZERVY VE VÝROBNÍ KAPACITĚ PROVOZŮ PRO VÝROBU VÝPALKŮ Z TLUSTÝCH PLECHŮ

R. LENORT<sup>1</sup>, D. STAŠ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

**ABSTRACT:** The article is focused on the possibilities how the operations producing heavy plate cut shapes can increase their capacity. It defines the main intensive and extensive reserves in production capacity of the given operations and offers the potential methods for their elimination.

**KEY WORDS:** Production capacity, intensive and extensive reserves, heavy plate cut shapes, flame cutting machines

### 1 ÚVOD

Riziko a nejistota v ekonomických procesech způsobuje, že se při fungování podniku objevují takové události, které neumožňují úplné využití výrobní kapacity. Podle Pasternaka [1] je možné příčiny neúplného využití výrobní kapacity rozdělit z hlediska vlivu podniku na jejich vznik na příčiny nezávislé a závislé.

Mezi příčiny, jejichž vznik nezávisí na podniku řadí:

- nemožnost získat materiál, nebo polotovary od dodavatelů,
- změna poptávky trhu,
- nedostatek kvalifikované pracovní síly.

V případě závislých příčin uvádí:

- nevyužití pracovních prostředků,
- nevyužití disponibilního času pracovníků,
- špatnou organizaci výrobního procesu.

### 2 REZERVY VE VÝROBNÍ KAPACITĚ A JEJICH VYUŽÍVÁNÍ

K měření využití výrobní kapacity slouží dva základní ukazatele – stupeň využití výrobní kapacity a rezerva ve výrobní kapacitě.

Stupeň využití výrobní kapacity  $k_M$  se vypočte pomocí vztahu [2]:

$$k_M = \frac{Q}{M} \quad (1)$$

$Q$  – skutečný objem výroby

$M$  – výrobní kapacita

Plné využití výrobní kapacity indikuje hodnota  $k_M = 1$ , naopak hodnota nižší ukazuje na nevyužití kapacity. Nevyužitá kapacita způsobuje podniku ztráty v podobě ztracených příležitostí a označuje vyšší rezerv.

Rezerva ve výrobní kapacitě  $R_M$  (jednotky produkce · rok<sup>-1</sup>) je dána rozdílem mezi vypočtenou výrobní kapacitou  $M$  a dosahovaným skutečným objemem výroby podniku  $Q$  [1]:

$$R_M = M - Q \quad (2)$$

Rezervy ve výrobní kapacitě lze rozdělit do dvou skupin [1]:

- Intenzivní – jsou spojeny se zkracováním pracovního času zařízení potřebného k výrobě jednotky produkce, tzn. se zvyšováním výkonu zařízení.
- Extenzivní – váží se k možnosti zvyšování fondu pracovního času zařízení a vytížení výrobních ploch.

Využití intenzivních rezerv je možné především zkrácením technologických operací zařízení (intenzifikací technologických procesů nebo technologickými inovacemi), zkrácení obslužných a manipulačních operací (zejména jejich automatizací nebo dávkovou výrobou) a eliminací neproduktivního chodu zařízení (výroby a opravy neshodných výrobků, neracionálního rozdělení výrobních úkolů mezi zařízení).

Mezi nejčastější extenzivní rezervy patří zdlouhavé opravy, poruchy, nedostatek materiálu, energií, výrobních úkolů, nářadí či jiné organizační nedostatky. K uvedeným rezervám náleží rovněž prostoje způsobené pracovníky – pracovní absence, předčasné ukončení práce apod.

Základním cílem vyhodnocování rezerv ve výrobní kapacitě je možnost zvýšení výroby bez navyšování výrobního potenciálu a identifikace směrů zlepšování ekonomické efektivity výrobních procesů. Systematická analýza rezerv slouží ke stanovení [1]:

- zbytečných objektů,
- nejvíce vytěžovaných objektů, článků, úseků a provozů,
- úrovně organizace výrobních procesů,
- směrů a úrovně technického rozvoje výrobní základny,
- rozsahu kooperací.

Analýza rezerv by měla být zaměřena zejména na články, které jsou úzkými místy, protože právě úzká místa omezují využití výrobní kapacity ostatních, s nimi spojených úseků a často představují základní výrobní články determinující výrobní kapacitu celých provozů, nebo podniku.

Zvyšování kapacity úzkých míst je možné provést formou investic zaměřených na zlepšování technologie nebo zvyšování výkonu příslušných zařízení. Takové řešení by však mělo být přijato až poté, co byla vyčerpána opatření nevyžadující velké finanční prostředky. K nejčastějším z nich patří [3]:

- Zkrácení nečinnosti úzkého místa z důvodu seřizování, údržby:
  - zadávat výrobní úkoly v takovém pořadí, aby se minimalizovaly nároky na seřizování – jde o úlohy známé jako určování následnosti prací nebo sekvenční úlohy; k jejich řešení lze využít optimalizační metody (např. celočíselné lineární programování, dynamické programování) nebo heuristické metody (např. Johnsonův algoritmus, Sokolycynovu metodu, Gawettovu metodu),
  - racionalizovat seřizovací postupy – např. uplatněním postupu SMED (Single Minutes Exchange of Die) vyvinutého v japonské Toyotě,
  - snižovat počet seřizování sdružováním zakázek do výrobních dávek,
  - údržbu provádět v nepracovních směnách,
  - nasazovat náhradní obsluhy v době zákonných přestávek.
- Tvorba efektivního výrobního programu, tj. taková volba výrobního programu, která zajistí, že celkový výstup limitovaný kapacitními úzkými místy bude ekonomicky co nejvýhodnější. Jako rozhodující kritérium pro zařazení výrobku do výrobního programu se používá tzv. relativní příspěvek na úhradu fixních nákladů a tvorby zisku, kterého lze dosáhnout na jednotku času úzkého místa:

relativní příspěvek na úhradu = absolutní příspěvek na úhradu vztahený na jednotku produkce / čas potřebný na zpracování jednotky produkce na úzkém místě

Jednotlivé výrobky se do výrobního programu zařazují v pořadí od nejvyšší hodnoty relativního příspěvku na úhradu a v celkovém množství, které je možné u každého z výrobků prodat. Uvedený postup se aplikuje až do okamžiku, kdy je naplněna kapacita úzkého místa.

- Řízení jakosti s cílem odhalit a nepustit neshodné výrobky na úzké místo a dále eliminovat vznik neshod přímo na úzkém místě.

- Průřezovými opatřeními, podporujícími předcházející postupy, jsou účinná motivace pracovníků k efektivnímu plnění úkolů na úzkém místě či vizualizace stavu v klíčových řídicích bodech.

### 3 PROVOZY PRO VÝROBU VÝPALKŮ Z TLUSTÝCH PLECHŮ

Provozy pro výrobu výpalků z tlustých plechů zpracovávají za tepla válcované tlusté plechy na tvarové výpalky – výchozí polotovary pro výrobu strojních dílů. Výpalky jsou zhotovovány na CNC řízených pálicích strojích. K pálení se využívá technologie řezání na bázi kyslíku a zemního plynu (autogenu) a plazmová technologie. Pálicí stroje mohou být vybaveny 1 až 4 hořáky umístěnými na portálu pálicího stroje. Výpalky jsou vyráběny s povrchem zokujeným po válcování nebo s povrchem tryskaným. Dle požadavku zákazníka (výrobního výkresu) je možno zajistit zhotovení obecných tvarů výpalků i s úpravou svarové plochy (hran výpalků) do úkosů.

Manipulace se vstupním materiálem (plechy), výpalky a odpadem (zbytky plechů po pálení) jsou zpravidla realizovány prostřednictvím mostových a poloportálových jeřábů, opatřených elektrickými magnety.

Pálicí proces je tvořen následujícími operacemi:

- Přivezení plechu – přivezení plechu k pálicímu stroji pomocí jeřábu. Uvedená operace probíhá formou spolupráce operátora pálicího stroje a obsluhy jeřábu.
- Ustavení plechu – ustavení na pracovní stůl pálicího stroje, rovněž ve spolupráci s obsluhou jeřábu.
- Příprava před pálením – vyvolání pálicího programu z centrální databáze, seřízení stroje (nastavení tlaku plynových médií řezacího plamene, případně výměna trysek), kontrola usazení plechu prováděná zpravidla automaticky pálicím strojem (tzv. „pálením na prázdko“).
- Pálení plechu – základní technologická operace automaticky prováděná pálicím strojem podle předem zadaného pálicího plánu.
- Značení výpalků – značení barvou a razídky provádí operátor pálicího stroje na základě individuálních požadavků zákazníka.
- Odsun výpalků – sundání výpalků z pracovního stolu. Uvedenou operaci zabezpečuje operátor ve spolupráci s obsluhou jeřábu.
- Rozpalování odpadu – po odsunu výpalků zůstává na pracovním stole pálicího stroje zbytek plechu (odpad), který musí být z důvodu jeho dalšího zpracování rozpálen. Operaci provádí operátor pálicího stroje ručním hořákem nebo samotným pálicím strojem.
- Odvezení rozpáleného odpadu – závěrečnou operací pálicího procesu je odvezení rozpáleného odpadu do sběrné nádoby, které je zajišťováno obsluhou jeřábu.

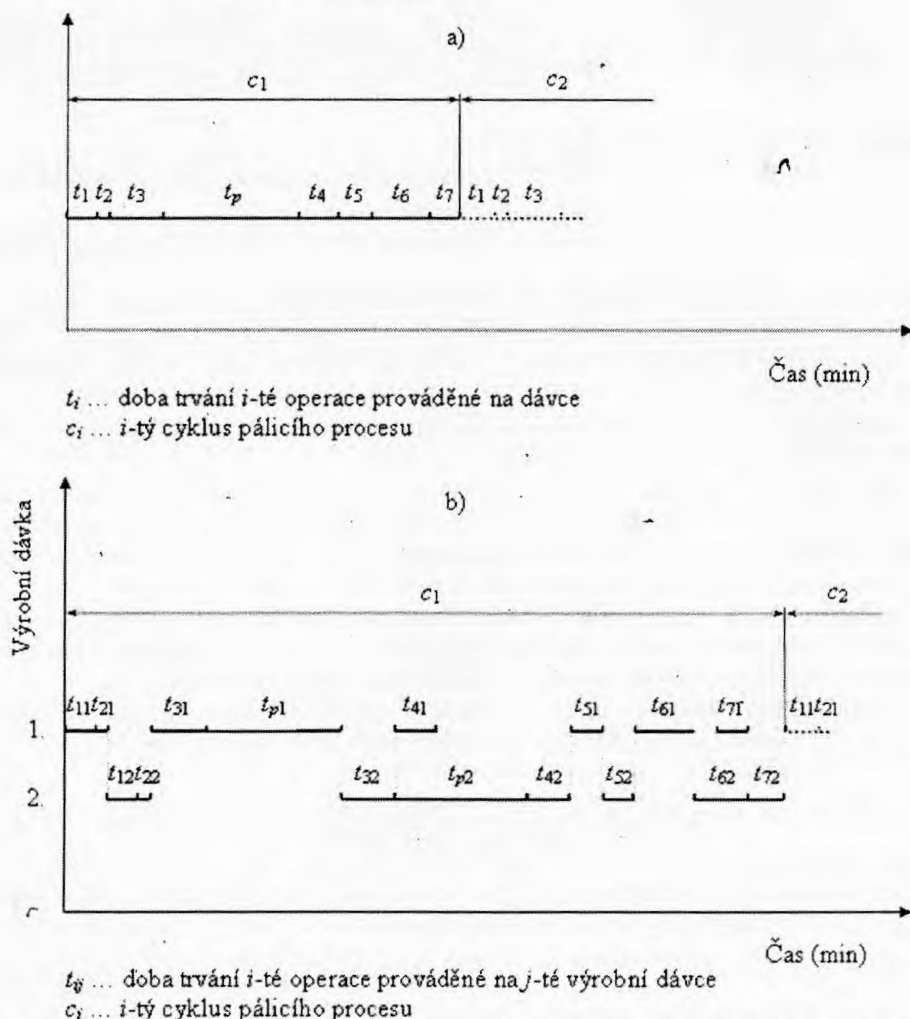
## 4 VYUŽITÍ REZERV VE VÝROBNÍ KAPACITĚ PROVOZŮ PRO VÝROBU VÝPALKŮ Z TLUSTÝCH PLECHŮ

### 4.1 Intenzivní rezervy

Využití intenzivních rezerv v provozech pro výrobu výpalků z tlustých plechů je možné zejména:

- Výrobou v dávkách, které představují zakázky podobných parametrů (tloušťky, jakosti, formáty) – srovnání průběhu pálicího procesu při nedávkovém a dávkovém způsobu výroby je uvedeno na obrázku 1. Je zřejmé, že výroba v dávkách umožňuje provádět některé operace v překrytém čase. Konkrétně lze provádět značení hotových výpalků na první dávce ( $t_{41}$ ) v době, kdy probíhá pálení druhé dávky ( $t_{p2}$ ). Rovněž odvezení rozpáleného odpadu z první dávky ( $t_{71}$ ) provádí obsluha jeřábu v době, kdy operátor pálicího stroje rozpáluje odpad z druhé dávky ( $t_{62}$ ). Tímto způsobem je možné dosáhnout zkrácení taktu pálicího procesu a tedy zvýšení výkonu pálicích strojů.

- Zkrácením netechnologických operací pálicího procesu, zejména obslužných a manipulačních:
  - manipulační operace (přivezení plechu, odsun výpalků a odvezení rozpáleného odpadu) – např. změnou rozmístění skladových ploch,
  - značení výpalků – zavedením automatizovaných způsobů značení,
  - rozpalování odpadu – např. zřízením pracoviště určeného k rozpalování odpadu, tj. eliminací realizace uvedené operace na pálicích strojích.
- Odstraněním neproduktivního chodu pálicích strojů způsobeného výrobou neshodných výrobků – např. formou účinné motivace pracovníků k efektivnímu plnění úkolů.
- Rozdělení výrobních úkolů mezi jednotlivé pálicí stroje tak, aby byl maximalizován jejich výkon – uvedenou rezervu podstatně eliminuje postup tvorby optimálního rozvrhu výrobních zakázek publikovaný v [4].



Obr. 1 Časový průběh pálicího procesu při nedávkovém (a) a dávkovém (b) způsobu výroby

#### 4.2 Extenzivní rezervy

Mezi nejčastější extenzivní rezervy v provozech pro výrobu výpalků z tlustých plechů patří zdlouhavé plánované opravy a drtivá většina neplánovaných přestávek v činnosti pálicích strojů.

Plánované opravy je možné rozdělit na:

- Generální oprava – komplexní oprava, při které se zařízení uvede do technického stavu, odpovídajícího době jeho uvedení do provozu. V této prosté podobě se generální opravy nerealizují, ale jsou spojeny s určitým podílem modernizace a rekonstrukce, případně výstavby části nové technologie.
- Střední a běžné opravy – opravy tohoto typu jsou zpravidla prováděny v pravidelných periodách (jednou za kvartál nebo měsíc), přičemž jejich realizace jsou plánovány v rámci ročního plánu oprav. V rámci středních a běžných oprav se provádí revize, oprava nebo výměna opotřebovaných segmentů pálicího agregátu (např. pálicí hlavy, vodící pásy, hnacího zařízení), rekonstrukce roštů, výměna filtrů odsávacího zařízení, vyprázdnění zásobníků na propal vznikající při pálení atd.
- Preventivní údržba – provádí se na základě zjišťování skutečného technického stavu zařízení v pravidelných intervalech formou realizace inspekčních prohlídek. Inspekční prohlídky jsou zpravidla prováděny ze strany externích dodavatelů dle pracovních postupů pro pravidelné kontroly vypracovaných pro jednotlivé pálicí stroje. Odstraňování běžných závad se provádí přímo v rámci inspekčních prohlídek, rozsáhlejší závady, neohrožující bezpečnost a základní funkčnost zařízení, jsou odstraňovány v rámci středních a běžných oprav.

V určitých případech dochází k prostojům pálicích strojů rovněž z důvodu realizace středních či běžných oprav nebo preventivní údržby obslužných zařízení (jeřábů a převážecích vozů).

Rezervy v plánovaných opravách pálicích strojů, případně obslužného zařízení, je možné využívat zkvalitněním procesu jejich plánování a realizace anebo zvýšením údržbářské kapacity.

K odstranění extenzivních rezerv způsobených neplánovanými přestávkami v činnosti pálicích strojů je nutné zavést systém jejich monitorování se záznamem jejich příčin. K tomuto účelu je možné doporučit následující strukturu přestávek ve výrobní činnosti:

- Organizační a logistické prostoje – jde o nežádoucí (zbytečné) prostoje, které lze rozdělit na:
  - nedostatek materiálu,
  - nezajištěné pálicí plány,
  - neobsazené pracoviště,
  - kooperace – v případě výpomoci jiným provozům podniku
  - nedostupnost manipulačního zařízení (jeřáby, převážecí vozy) z důvodu obsluhy jiných pracovišť.
- Poruchy – do uvedené kategorie je nutné zahrnout nejen poruchy pálicích strojů, ale rovněž poruchy obslužných zařízení, informačních systémů a technologií nebo přísunu plynu a energií:
  - pálicí stroje – strojní nebo elektrické součásti,
  - jeřáby (převážecí vozy),
  - IS/IT,
  - dodávky plynu a energií.
- Čištění a servis pálicích strojů (technologicky nutné přestávky) – úklid pracoviště, čištění kolejnic či prizmat, ofoukávání portálu stlačeným vzduchem a mazání. Uvedené činnosti je možné provádět téměř vždy v průběhu činnosti pálicího stroje. Přestávky tohoto typu jsou proto vykazovány teprve tehdy, naruší-li proces pálení.
- Ostatní prostoje – přestávky a prostoje výše nespecifikované.

Systém monitorování a vyhodnocování neplánovaných přestávek v činnosti pálicích strojů umožňuje identifikaci nejvýznamnějších přestávek a následné hledání opatření k jejich eliminaci. Největším zdrojem rezerv bývají zpravidla organizační a logistické prostoje. Ty je možné odstranit zkvalitněním realizace procesu plánování a řízení kapacit a operativního plánování a dispečerského řízení výroby (bliže např. [5], [6]).



## 5 ZÁVĚR

Z analýzy rezerv ve výrobní kapacitě provozů pro výrobu výpalků z tlustých plechů lze konstatovat, že se v uvedených provozech vyskytuje celá řada intenzivních a extenzivních rezerv. Mezi nejvýznamnější intenzivní rezervy patří neslučování výrobních zakázek do dávek, možnost zkrácení manipulačních a obslužných operací, neproduktivní chod pálicích strojů způsobený výrobou neshodných výrobků a intuitivní rozvrhování výroby, které neumožňuje maximalizovat jejich výkon. Mezi nejčastější extenzivní rezervy patří zdlouhavé plánované opravy a drtivá většina neplánovaných přestávek v činnosti pálicích strojů, zejména pak organizační a logistické prostoje a poruchy zařízení. Efektivní využívání uvedených rezerv by mohlo výrazně zvýšit skutečnou kapacitu provozů pro výrobu výpalků z tlustých plechů. Vždy bude nutné zvážit výši získané kapacity a zvýšené náklady spojené s realizací možných opatření.

## 6 LITERATURA

- [1] Pasternak K. *Zarys zarządzania produkcją*. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa, 2005.
- [2] Ptáček S. *Organizace metalurgické výroby*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 1996.
- [3] Lenort R. *Teorie omezení v logistice hutní výroby*. Habilitační práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2006.
- [4] Lenort R., Staš D., Samolejová A. Capacity Planning in Operations Producing Heavy Plate Cut Shapes. *Metalurgija*, July-September 2009, vol. 48, no. 3, s. 209-211.
- [5] Malindžák D. *Production Logistics I*. ŠTROFEK Publishing, Košice, 1998.
- [6] Malindžák D., Straka M., Marková Z. Návrh algoritmu agregovaného plánování (prognózy ZTD), kapacitního plánování a kapacitní optimalizace. In *Logistika v praxi*, Verlag Dashöfer, Praha, 2007.

*Práce vznikla za podpory výzkumného záměru Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky č. MSM 6198910015.*

**Oponent:** prof. Ing. Emilie Krausová, CSc.